

**Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan**Available online <http://jstl.unram.ac.id>

ISSN :2477-0329, e-ISSN : 2477-0310

**Terakreditasi Kemenristek-DIKTI SINTA 4****Nomor: 28/E/KPT/2019**

Vol. 6 No.1 pp: 40-49

Juni 2020

DOI <https://doi.org/10.29303/jstl.v6i1.148>*Research Articles*

## **Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Echinodermata sebagai Indikator Fungsi Ekologi Lamun di Perairan Pesisir Lombok Timur**

### ***The Abundance and Diversity of Echinoderms Species as an Ecological Indicator of Seagrass in the Coastal Waters of East Lombok***

**Lalu Raftha Patech, Abdul Syukur\*, Didik Santoso**

Progran Studi Pendidikan Biologi PMIPA FKIP Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62 Mataram 83125, Telp. (0370) 646506 Indonesia

*\*corresponding author, email: [syukurbiologi@unram.ac.id](mailto:syukurbiologi@unram.ac.id)*

Manuscript received: 20-04-2020. Accepted: 02-06-2020

#### **ABSTRAK**

Lamun adalah tumbuhan tingkat tinggi yang sukses beradaptasi dengan lingkungan laut dan telah menjadi rumah bagi keragaman organisme laut. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan indikator fungsi ekologi lamun dari keragaman spesies echinodermata. Metode penelitian yang digunakan adalah metode transek garis dan kuadrat. Analisis data menggunakan analisis kelimpahan (Ki), keanekaragaman ( $H'$ ) Shannon Wieners, Morisita Dispersion Index, dan Index Jaccard. Hasil penelitian menunjukkan, spesies lamun paling tinggi ditemukan di pantai Lungkak adalah 8 spesies dan yang paling rendah adalah di Poton Bakau 6 spesies. Selanjutnya, jumlah spesies Echinodermata yang ditemukan adalah 14 spesies, dan spesies dengan kelimpahan tertinggi adalah *Diadema setosum* dengan nilai 1,21 Individu/m<sup>2</sup>, dan spesies yang memiliki nilai kelimpahan paling rendah adalah *Holothuria scabra* dengan nilai 0,01 Individu/m<sup>2</sup>. Sementara itu, lokasi dengan nilai  $H'$  paling tinggi adalah di Gili Kere dengan nilai 1.76, dan lokasi dengan nilai  $H'$  paling rendah adalah di Lungkak dengan nilai 1.01. Selanjutnya, nilai Indeks Dispersi Morisita lamun dan Echinodermata di daerah penelitian memiliki pola seragam dan berkelompok. Nilai kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh adalah bentuk kontribusi ekologi lamun untuk keberlanjutan spesies Echinodermata di lokasi studi. Oleh karena hasil penelitian ini dapat menjadi dasar ilmiah tentang pentingnya keberadaan padang lamun, khususnya untuk keberlanjutan biota laut seperti spesies dari Echinodermata.

**Kata kunci:** ekologi laut; komposisi spesies; asosiasi spesies

#### **ABSTRACT**

Seagrasses are plants in the marine environment and have a vital function for the survival of organisms. This study aims to describe the indicators of the seagrass ecological function of the diversity of echinoderms species. The research method used is the method of line and square transects. Data analysis uses analysis of abundance (Ki), diversity ( $H'$ ) Shannon Wieners, Morisita Dispersion Index, and

Jaccard Index. The results showed that the highest seagrass species found at Lungkak beach were 8 species and the lowest was in the Mangrove Poton of 6 species. Furthermore, the number of species of Echinoderms found was 14 species, and the species with the highest abundance was *Diadema setosum* with a value of 1.21 Individual / m<sup>2</sup>, and the species that had the lowest abundance was *Holothuria scabra* with a value of 0.01 Individual / m<sup>2</sup>. Meanwhile, the location with the highest value H' is in Gili Kere with a value of 1.76, and the location with the lowest value of H' is in Lungkak with a value of 1.01. Furthermore, the value of the Seagrass Morisita Dispersion Index and Echinoderms in the study area had a uniform and grouped pattern. The quantitative and qualitative values obtained are a form of seagrass ecological contribution to the sustainability of Echinoderms in the study location. Therefore, the results of this study can be a scientific basis for the importance of the existence of seagrass beds, especially for the sustainability of marine life such as species of Echinoderms.

**Keyword:** marine ecology; species composition; species association

## PENDAHULUAN

Struktur habitat yang kompleks dan kanopi lamun menjadi sebab berkumpulnya keragaman spesies vertebrata, invertebrata, ikan komersial dan rekreasi pada padang lamun (Maxwell, et al., 2017). Padang lamun sebagai ekosistem memiliki fungsi ekologi diantaranya adalah pertama sumber keragaman genetik yang memiliki pengaruh yang besar terhadap produktivitas dan stabilitas ekosistem, kedua adalah fungsi kontrol pada konsumen pada sistem tropic, dan ketiga membantu pergerakan aktif konsumen di antara habitat yang berdekatan dalam hal fluks nutrisi, transfer tropik, produksi perikanan, dan keanekaragaman spesies. (Duffy, 2006). Hal ini menggambarkan bahwa ekosistem lamun adalah unit organisasi biologis dari komponen biotik dan abiotik, seperti komponen struktural sebagai habitat dan jalur makanan serta keanekaragaman hayati dan komponen fungsional dalam siklus nutrisi, laju aliran energi, dan regulasi biologis.

Habitat lamun atau padang lamun sering merujuk lingkungan dengan tutupan vegetasi yang didominasi oleh tumbuhan angiosperma laut, meskipun ditemukan pada lingkungan masih ditemukan karang (Zuschin dan Hohenegger, 1998; Kusworo *et al.*, 2015). Berkaitan dengan areal padang lamun adalah habitat dari jumlah echinodermata remaja, juga diamati di Eosen Florida, yang dapat menunjukkan fungsi padang lamun sebagai habitat pembibitan di masa lalu geologis (Ivany et al., 1990; Duarte, 1991).

Organisme Echinodermata memiliki peran yang sangat penting pada sistem ekologi, khususnya pada rantai makanan jalur detritus dan herbivora (Hernández et al., 2006; Raghunathan, 2012). Contohnya, spesies *Diadema setosum*, *Protoreaster nodosus*, dan *Tripneustes gratilla* adalah pemakan daun lamun (herbivora), dan *Asteria forbesi* memangsa molusca (Kenyon *et al.*, 2004). Echinodermata adalah phylum dari kingdom animalia sebagai hewan berkulit duri yang terbagi menjadi lima kelas: kelas Asteroidea (bintang laut) contoh: *Protoreaster nodosus*, kelas Ophiuroidea (bintang ular) contoh: *Ophiocoma scolopendrina*, kelas Echinoidea (landak laut) contoh: *Diadema setosum*, kelas Crinoidea (lili laut) contoh: *Antedon rosacea*, dan kelas Holothuroidea (teripang laut) contoh: *Holothuria scabra* (Hickman *et al.*, 2002). Namun demikian, keberadaan Echinodermata pada padang lamun sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti temperatur, salinitas, arus, kondisi substrat dan habitat sangat menentukan sebaran Echinodermata (Radjab, 2014).

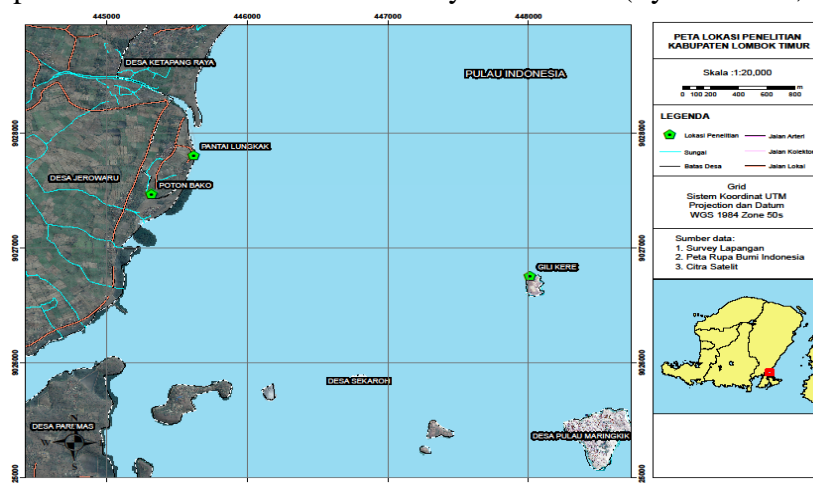
Fungsi vital lain dari lamun adalah kapasitasnya dalam menyimpan karbon. Studi tentang hal menunjukkan bahwa pada areal seluas 56.65 ha pada padang lamun di Poton Bakau .Lombok Timur adalah 249.27 ton C/ha (Rahman, et al., 2018). Selanjutnya, Areal lamun di lokasi studi tersebar pada banyak lokasi dan 6 lokasi yaitu Gili Kere, Gili Maringkik, Gili Bembek, Poton Bakau, Lungkak dan Tanjung Luar luasnya mencapai 154,21 ha dengan jumlah 9 spesies 9 (Syukur, 2015). Potensi ekologi lamun yang di lokasi studi diduga telah mengalami degradasi dari beberapa indikator organisme asosiasinya seperti ikan, moluska, kepiting, See-Urchin, teripang sudah sangat sulit ditemukan (Syukur *et al.*, 2017).

Disisi lain kelas Holothuroidea (teripang laut) telah menjadi buruan nelayan kecil telah menyebabkan populasinya menurun (Satyawan et al., 2014). Hal ini akan berpengaruh terhadap kesehatan ekosistem yang dipahami sebagai kemampuan ekosistem untuk mempertahankan struktur dan fungsinya dari waktu ke waktu. Hal ini dapat berpengaruh pada kontribusinya untuk kesejahteraan manusia (Xu *et al.*, 1999; Müller *et al.*, 2012; Jørgensen *et al.*, 2016). Dalam hal ini, indikator kesehatan ekosistem dapat dinilai dari keberadaan spesies Echinodermata yang berasosiasi dengan lamun. Namun demikian, belum ada penelitian di lokasi studi tentang kesehatan ekosistem dengan indikator spesies yang berasosiasi dengan lamun. Oleh karena itu, penelitian tentang topik ini sangat diperlukan sebagai informasi ilmiah dalam pengelolaan kesehatan ekosistem lamun. Tujuan penelitian ini adalah memformulasikan keberadaan spesies Echinodermata yang berasosiasi dengan lamun sebagai indikator ekologi dalam menentukan kesehatan ekosistem lamun sebagai strategi pengelolaan sumberdaya laut di lokasi studi.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini didesaian dengan pendekatan penelitian observasi. Penelitian ini dilakukan dari bulan Juni sampai Agustus 2019 pada lokasi padang lamun di wilayah pesisir Lombok Timur (Gambar 1). Lokasi penelitian adalah areal yang memiliki sumberdaya padang lamun pada pantai daratan Pulau Lombok dan pulau-pulau kecil (gili). Ancaman keberlanjutan sumberdaya lamun di lokasi studi bersumber dari pemanfaatan yang tidak ramah lingkungan yaitu penggunaan potassium dan bom ikan oleh masyarakat lokal (Syukur et al., 2017).



Gambar (1) Peta Lokasi Penelitian

### Pengambilan dan Analisis Data

Tahapan penelitian ini adalah melalui pemilihan lokasi padang lamun sebagai lokasi pengambilan data dari 6 lokasi padang lamun yaitu Gili Kere, Gili Marinkik, Gili Bembek, Poton Bakau, Lungak dan Tanjung Luar. Dalam hal ini dipilih tiga lokasi pengambilan data yaitu Gili Kere, Poton Bakau dan Lungak. Selanjutnya, pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode gabungan antara transek dan kuadrat. Transek diletakkan tegak lurus garis pantai. Pengamatan terhadap variable penelitian dilakukan di dalam kuadrat berukuran 1 x 1 m<sup>2</sup>, pada saat air surut. Variabel yang diamati adalah jumlah spesies dan jumlah individu/spesies dari Echinodermata. Selain itu dilakukan pengamatan tentang persentase tutupan lamun dan jumlah individu lamun/spesies dan pengambilan data dari parameter lingkungan (kedalaman substrat, suhu, salinitas, dan pH).

Analisis data, analisis data lingkungan dilakukan secara langsung dilapangan (exsitu) dan identifikasi spesies Echinodermata berpedoman dari (Lane & Vandenspiegel, 2003). Selanjutnya, analisis kelimpahan spesies Echinodermata menggunakan formula rumus (Zulham *et al.*, 2018):

$$K_i = \frac{D_i}{A}$$

K<sub>i</sub> = Kelimpahan jenis (ind/m<sup>2</sup>)

D<sub>i</sub> = Jumlah individu dari spesies ke-i (individu)

A = Luas area pengamatan (m<sup>2</sup>)

Analisis selanjutnya adalah analisis pola penyebaran spesies Echinodermata ditentukan dengan menghitung Indeks Disperse Morisita dengan persamaan:

$$I_d = \frac{n(\sum_{i=1}^5 x^2 - N)}{N(N - 1)}$$

I<sub>d</sub> = Indeks dispersi Morisita

N = jumlah plot pengambilan contoh

N = jumlah individu dalam plot

X = jumlah individu pada setiap plot

Pola dispersi Echinodermata ditentukan dengan menggunakan kriteria sebagai berikut:

I<sub>d</sub> < 1: Pola dispersi seragam

I<sub>d</sub> = 1: Pola dispersi acak

I<sub>d</sub> > 1: Pola dispersi mengelompok

Analisis keanekaragaman, keanekaragaman dapat menggambarkan kekayaan spesies dalam suatu komunitas dan juga memperlihatkan keseimbangan jumlah individu/spesies. Dalam hal ini, analisis keanekaragaman spesies Echinoderama. Rumus Shannon & Wiener dari (Ludwig and Reynolds, 1988).

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

H' = Indeks keanekaragaman jenis

n<sub>i</sub> = Jumlah individu dari spesies ke-i

N = Jumlah individu total

P<sub>i</sub> = n<sub>i</sub>/N

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kelimpahan dan Pola Penyebaran Spesies Echinodermata di Lokasi Studi

Jumlah spesies dan nilai kelimpahan Echinodermata (Tabel 1) adalah spesies yang ditemukan selama periode. Total individu dari 14 spesies yang ditemukan adalah 1270 individu. spesies *Diadema setosum* dari class *Echinoidea* merupakan spesies yang paling banyak ditemukan dan spesies *Archaster typicus*, *Mespilia globulus*, *Synapta maculata*, *Holothuria leucospilota*, *Ophiocoma scolopendrina*, *Linckia laevigata*, *Holothuria atra*, *Culcita sp*, *Echinotrix diadema*, dan *Holothuria scabra* adalah spesies yang rata-rata paling sedikit ditemukan di Lokasi studi. Jumlah spesies Echinodermata di lokasi studi lebih rendah dari jumlah spesies Echinodermata yaitu 29 spesies pada padang lamun di Perairan Sekotong, Lombok Barat (Yusron, 2003), di Perairan Tanjung Merah 21 spesies Echinodermata (Yusron dan Susetiono, 2005). Namun demikian lebih tinggi dengan Babanlagaan Filipina yang hanya 10 spesies Echinodermata (Llacuna *et al.* 2016).

Indikator ekologi dari nilai kelimpahan spesies Echinodermata di lokasi studi adalah di Gili Kere 2.37 individu/m<sup>2</sup>, Lungkak 0.73 individu/m<sup>2</sup>, dan Poton Bako 0.97 individu/m<sup>2</sup>. Nilai kelimpahan spesies Echinodermata yang ditemukan di lokasi studi lebih rendah dengan di Tanjung Tiram, Pelabuhan Ambon yaitu 49.07 individu/25 m<sup>2</sup> (Tuapattinaja *et al.* 2014) dan di Babanlagaan Filipina 5.53 individu/0.25 m<sup>2</sup> (Llacuna *et al.*, 2016).

Tabel (1) Echinodermata yang ditemukan di sepanjang garis transek di Lamun pesisir Lombok Timur

No	Jenis Echinodermata	Kelimpahan individu (Individu/m <sup>2</sup> )		
		Gili Kere	Lungkak	Poton Bako
1	<i>Protoreaster nodosus</i>	0.97	0.01	0.18
2	<i>Tripneusteus gratila</i>	0.32	0.31	0.26
3	<i>Archaster sp</i>	0.05	-	-
4	<i>Diadema calamaris</i>	0.11	-	-
5	<i>Synapta sp</i>	0.19	0.07	0.12
6	<i>Diadema setosum</i>	0.54	0.55	0.12
7	<i>Mespilia globulus</i>	0.02	-	-
8	<i>Holothuria leucospilota</i>	0.03	-	-
9	<i>Ophiocoma scolopendrina</i>	0.05	-	-
10	<i>Linckia laevigata</i>	0.03	-	-
11	<i>Holothuria atra</i>	0.03	0.03	0.03
12	<i>Culcita sp</i>	0.02	-	-
13	<i>Echinotrix diadema</i>	-	-	0.02
14	<i>Holothuria scabra</i>	-	-	0.01

Pola penyebaran menggambarkan distribusi spesies Echinodermata yang dikelompokkan ke dalam penyebaran seragam dan mengelompok (Tabel2). Nilai Indeks Dispersi Morisita menunjukkan bahwa spesies *Diadema setosum* dan *Protoreaster nodosus* di Gili Kere pola sebaran seragam. Selanjutnya spesies *Tripneusteus gratila*. dan *Diadema setosum* di padang lamun Pantai Lungkak dengan pola sebaran mengelompok dan di padang lamun Pantai Poton Bako lebih banyak dengan pola penyebaran seragam kecuali spesies *Protoreaster nodosus*. *Tripneusteus gratila*. Perbedaan pola penyebaran ditentukan oleh jumlah populasi dari tiap

spesies selama periode pengambilan data. dan pola sebaran mengelompok jumlah populasi dari tiap spesies ditemukan dalam jumlah yang lebih banyak. Spesies Echinodermata *Diadema Setosum* adalah jenis echinodermata yang memiliki pola sebaran mengelompok pada semua lokasi pengambilan contoh. Hal ini disebabkan karena dapat hidup pada semua tipe substrat. Dalam hal ini. *Diadema setosum* dan beberapa spesies lain seperti *Tripneustes gratilla*. dan *Protoreaster nodosus* dapat ditemukan mulai dari rata-rata pasir. padang lamun. rata-rata karang dan tubir. hingga ke daerah bebatuan (Budiman *et al.*. 2014; Firmandana. 2014).

Komposisi jenis Echinodermata yang paling mendominasi di ketiga lokasi penelitian adalah *Diadema setosum*. Hal ini menjelaskan ketergantungan yang sangat tinggi dari spesies *Diadema setosum* terhadap lamun. *Diadema setosum* adalah jenis herbivora yang membutuhkan lamun sebagai makanan. Pola penyebaran seragam ditemukan pada ketiga lokasi penelitian pada spesies *Archaster typicus*. *Diadema calamaris*. *Synapta sp.* *Mespilia globulus*. *Holothuria leucospilota*. *Ophiocoma scolopendrina*. *Linckia laevigata*. *Holothuria atra*. *Culcita sp.* *Echinotrix diadema*. dan *Holothuria scabra*. Hal ini dapat dijelaskan karena jenis tersebut memiliki kebiasaan hidup tidak berkelompok. Dalam hal ini. Budiman *et al.*. (2014) menyatakan spesies *Amphiura sp.*. *Centrostephanus rodgersii*. *Echinotrix diadema*. *Mespilia globules*. *Echinotrix mathei*. *Pseudoboletia maculatus* lebih sering ditemukan tidak berkelompok. Selain itu. keberadaan spesies Echinodermata pada semua lokasi padang lamun dapat menggambarkan fungsi ekologi lamun. Dalam hal ini lamun dapat berperan sebagai habitat biota (Riniatsih. 2016). Disisi lain. kehadiran Spesies Echinodermata dapat berfungsi dalam proses oksigenisasi lapisan atas sedimen untuk pertumbuhan lamun dan membantu mengontrol populasi hama dan bakteri-bakteri patogen (Wulandari *et al.*. 2012)

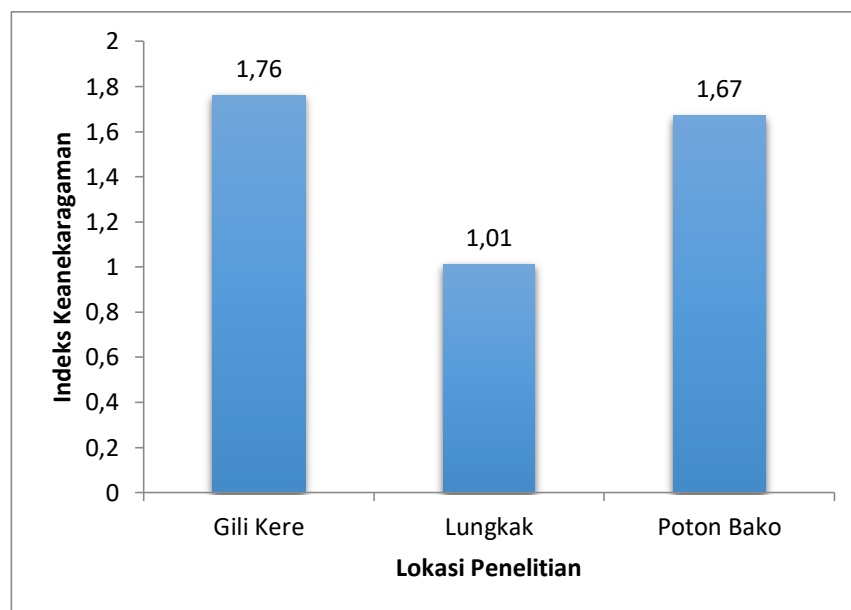
Tabel 2. Pola sebaran Spesies Echinodermata di lokasi studi

No	Jenis Echinodermata	Lokasi		
		Gili Kere	Lungkak	Poton Bako
1	<i>Protoreaster nodosus</i>	5.80	-0.10	2.20
2	<i>Tripneustes gratilla</i>	0.58	1.46	4.89
3	<i>Archaster sp</i>	-0.03	-	-
4	<i>Diadema calamaris</i>	0.03	-	-
5	<i>Synapta sp</i>	0.19	-0.03	0.85
6	<i>Diadema setosum</i>	1.76	4.78	0.98
7	<i>Mespilia globules</i>	-0.04	-	-
8	<i>Holothuria leucospilota</i>	-0.04	-	-
9	<i>Ophiocoma scolopendrina</i>	-0.03	-	-
10	<i>Linckia laevigata</i>	-0.04	-	-
11	<i>Holothuria atra</i>	-0.04	-0.09	-0.06
12	<i>Culcita sp</i>	-0.04	-	-
13	<i>Echinotrix diadema</i>	-	-	-0.11
14	<i>Holothuria scabra</i>	-	-	-0.13

Keanekaragaman Echinodermata yang berasosiasi dengan Lamun di lokasi studi

Berdasarkan hasil analisis data. keanekaragaman Echinodermata secara umum di ekosistem lamun di pesisir Lombok Timur di masing-masing lokasi menunjukkan indeks

keanekaragaman yang sedang yakni Gili Kere dengan nilai  $H'$  yaitu 1.76. Pantai Lungkak menunjukkan nilai  $H'$  yaitu 1.01. Sementara itu di Pantai Poton Bako nilai  $H'$  yaitu 1.58.  $H' < 1.0$  keanekaragaman kecil. produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak seimbang.  $1.0 < H' < 3.32$  keanekaragaman sedang. produktivitas cukup. kondisi ekosistem cukup seimbang. tekanan ekologis sedang. dan  $> 3.32$  keanekaragaman tinggi. stabilitas ekosistem seimbang. produktivitas tinggi. tahan terhadap tekanan ekologis. Semakin tinggi nilai  $H'$  maka semakin tinggi variasi spesies pada suatu wilayah. Indeks keanekaragaman sangat dipengaruhi oleh jumlah spesies dan individu (Odum, 1998).



Gambar (3) Nilai indeks keanekaragaman Echinodermata yang ditemukan di ekosistem lamun Pesisir Lombok Timur

#### *Parameter Lingkungan Hasil Pengukuran pada Tiap Lokasi Padang Lamun*

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan pada setiap stasiun pengamatan yaitu di Gili Kere, Lungkak dan Poton Bakau. Parameter lingkungan yang diamati adalah pH salinitas, dan suhu perairan serta substrat dari lingkungan lamun tersebut. Hasil pengukuran dari semua parameter menunjukkan nilai yang masih layak untuk kelangsungan hidup organisme air, seperti spesies-spesies dari Echinodermata (Tabel 3). Nilai dari tiap parameter lingkungan mendukung pertumbuhan Echinodermata, sesuai baku mutu Kepmenneq LH No.51 tahun 2004. Salinitas adalah salah satu parameter lingkungan yang memiliki pengaruh signifikan terhadap keberadaan spesies Echinodermata. Namun demikian, Setiap spesies fauna Echinodermata memiliki toleransi yang tidak sama terhadap salinitas. Rata-rata memiliki toleransi terhadap salinitas antara 15-29 ‰ dan nilai optimum salinitas untuk biota lamun dan terumbu karang adalah 33-34 ‰.

Tabel 3. Nilai parameter lingkungan selama periode penelitian di lokasi studi

No	Parameter	Lokasi		
		Gili Kere	Lungkak	Poton Bako
1	Suhu (°C)	24.79 ± 0.41	24.59± 0.65	24.4± 0.32
2	Salinitas (ppt)	31.92± 0.92	27.30±2.56	29.6± 0.45
3	Ph	7.11± 0.09	7.10± 0.03	7.11± 0.09
4	Kedalaman (m)	4.45	2.25	5.03
5	Substrat	Berpasir	Pasir berlumpur	Lumpur berpasir

### KESIMPULAN

Kelimpahan Echinodermata tertinggi terdapat di Gili Kere pada spesies *Protoreaster nodosus* dengan nilai 0,97 individu/m<sup>2</sup>, *Diadema setosum* 0.54 individu/m<sup>2</sup>, sedangkan kelimpahan Echinodermata terendah terdapat di Poton Bako pada spesies *Holothuria scabra* dengan nilai 0.01 individu/m<sup>2</sup>. Keanekaragaman Echinodermata tertinggi dengan nilai H' 1.76, Poton Bako 1.67, dan yang terendah pada Lungkak 1.01. Pola sebaran Echinodermata menunjukkan pola mengelompok di Gili Kere pada spesies *Protoreaster nodosus*, dan *Diadema setosum*, di Lungkak pada spesies *Tripneustus gratia* dan *Diadema setosum*, Sedangkan di Poton Bako pada spesies *Protoreaster nodosus* dan *Tripneustus gratia*.

### Ucapan Terima Kasih

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kementrian Riset dan Teknologi yang memberikan dana penelitian melalui Skim Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2019 dan pihak lain yang berkontribusi secara signifikan

### DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, C.C., Maabuat, P.V., Langoy, M.L.D., dan Katili, D.Y. 2014. Keanekaragaman Echinodermata di Pantai Basaan Satu Kecamatan Ratatoto Sulawesi Utara. *Jurnal Mipa Unsrat Online* 3 (2): 97-101.
- Duarte, C. M. 1991. Seagrass Depth Limits. *Aquatic Botany*, 40 (4): 363-377
- Duffy, J. E. 2006. Biodiversity and the functioning of seagrass ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 311, 233-250.
- Firmandana, T. C. 2014. Kelimpahan Bulu Babi (*Sea Urchin*) Pada Ekosistem Karang Dan Lamun Di Perairan Pantai Sundak, Yogyakarta. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3 (4): 41-50.
- Hartati, R., Djunaedi, A., Hariyadi, H., & Mujiyanto, M. 2012. Struktur komunitas padang lamun di perairan Pulau Kumbang, Kepulauan. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 17 (4): 217-225.
- Hemminga, M. A. dan C.M. Duarte. 2000. *Seagrass Ecology*. Caambridge: Cambridge University Press.
- Hernández J. C., Brito A., García N., Gil-Rodríguez M. C., Herrera G., Cruz-Reyes A., Falcón J. M. 2006. Spatial and seasonal variation of the gonad index of *Diadema antillarum* (Echinodermata: Echinoidea) in the Canary Islands. *Scientia Marina* 70(4):689-698
- Hickman, P.C., Roberts L.S., dan Larson, A. 2002. *Animal Diversity*. Cleveland: The McGraw-Hill Companies.



- Ivany, L.C., Portell, R.W., Jones, D.S. 1990. Animal-plant relationships and paleobiogeography of an Eocene seagrass community from Florida. *Palaios* 5, 244–258.
- Jørgensen, S., Xu, L., & Costanza, R. (Eds.). 2016. *Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health*. CRC press.
- Kenyon, R, Turnbull, C & Smit, N. 2004. Prawns. In: National Oceans Office. Description of Key Species Groups in the Northern Planning Area. National Oceans Office, Hobart, Australia.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51. 2004. *Baku Mutu Air Laut*. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup.
- Kusworo, A., Reich, S., Wesselingh, F.P., Santodomingo, N., Johnson, K.G., Todd, J.A. 2015. Diversity and paleoecology of Miocene coral-associated mollusks from East Kalimantan (Indonesia). *Palaios* 30, 116–127.
- Lane D. J. W., Vandenspiegel D. 2003 A guide to sea stars and other Echinoderms of Singapore. Singapore Science Center, 187 pp.
- Llacuna, M.E.J., Walag, A.M. dan Elaine A. Villaluz, E.A. 2016. Diversity and dispersion patterns of echinoderms in
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds, 1988. *Statistical Ecology*. 1st Edn., John Wiley and Sons, New York.
- Maxwell, P. S., Eklöf, J. S., van Katwijk, M. M., O'Brien, K. R., de la Torre-Castro, M., Boström, C., & van der Heide, T. 2017. The fundamental role of ecological feedback mechanisms for the adaptive management of seagrass ecosystems—a review. *Biological Reviews*, 92(3), 1521-1538.
- Müller, F., Burkhard, B., Kandziora, M., Schimming, C., & Windhorst, W. 2012. Ecological indicators: ecosystem health. In *Encyclopedia of Environmental Management, Four Volume Set* (pp. 599-613). CRC Press.
- Odum, E. P. 1990. *Dasar-Dasar Ekologi*. Terjemahan. Yogyakarta: Gajah Mada Universitas Press.
- Radjab, A. W., Rumahenga, S. A., Soamole, A., Polnaya, D., & Barends, W. 2014. Keragaman dan Kepadatan Ekinodermata di Perairan Teluk Weda, Maluku Utara . *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 1 (1): 17-30.
- Raghunathan, C., & Venkataraman, K. 2012. Diversity of Echinoderms in Rani Jhansi Marine National Park, Andaman and Nicobar Islands. *Proceedings of international day for biological diversity*, 36-48.
- Rahman, F. A., Qayim, I., & Wardiatno, Y. 2018. Carbon storage variability in seagrass meadows of Marine Poton Bako, East Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19 (5): 1626-1631.
- Riniatsih, I. 2016. Distribusi jenis lamun dihubungkan dengan sebaran nutrient perairan di padang lamun Teluk Awur Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19 (2): 101- 107.
- Sari, A., & Dahlan, D. 2015. Komposisi jenis dan tutupan lamun di perairan teluk yos sudarso Kota Jayapura. *The Journal of Fisheries Development*, 2 (3): 1-8.
- Sianu, N. E., Sahami, F. M., Kasim, Faizal. 2014. Keanekaragaman dan Asosiasi Gastropoda dengan Ekosistem Lamun di Perairan Teluk Tomini . *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 2 (4): 12-13.
- Satyawan, N.M., Y. Wardiatno and R. Kurnia, 2014. Keanekaragaman spesies dan zonasi habitat ekinodermata di perairan pantai semarang, Lombok timur (Diversity of Species and Habitat Zonation of Echinoderm in Semarang Coastal Waters, East Lombok). *J. Biol. Tropis*, 14: 83-92.

- Syukur, A., Wardiatno, Y., Muchsin, I., & Kamal, M. M. 2017. Threats to seagrass ecology and indicators of the importance of seagrass ecological services in the coastal waters of East Lombok, Indonesia. *American Journal of Environmental Sciences*, 13 (3): 251-265.
- Syukur, A. 2015. Distribusi, Keanekaragaman Jenis Lamun (Seagrass) dan Status Konservasinya di Pulau Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*. 15 (2): 171-182.
- Tuapattinaja, M.A., Pattikawa, R.A., dan Natan, Y. 2014. Community Structure of Echinoderms at TanjungTiram, Inner Ambon Bay, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation, and Legislation Bioflux* 7 (5): 351-356.
- Wulandari, N., Krisanti, M., & Elfidasari, D. 2012. Keragaman teripang asal Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu Teluk Jakarta. *Unnes Journal of Life Science*, 1 (2): 133-139.
- Yusron, E. 2003. Beberapa Catatan Fauna Echinodermata di Perairan teluk Sekotong, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. *Prosiding Seminar Riptek Kelautan Nasional* 1 (2): 41-47.
- Yusron, E. dan Susetiono. 2005. Fauna Echinodermata dari Perairan Tanjung MerahSelat Lembeh – Sulawesi Utara. *Makara Sains* 9 (2): 60-65.
- Xu, F. L., Jørgensen, S. E., & Tao, S. (1999). Ecological indicators for assessing freshwater ecosystem health. *Ecological Modelling*, 116(1): 77-106.
- Zuschin, M., Hohenegger, J., 1998. Subtropical coral-reef associated sedimentary facies haracterized by molluscs (Northern Bay of Safaga, Red Sea, Egypt). *Facies* 38, 229–254.
- Zulham, Nanda, Jaka., Ita Karlina, Chandra Joei Koenawan. 2018. *Hubungan Kerapatan Lamun terhadap Kalimpahan Bivalvia di Perairan Desa Teluk Bakau Kabupaten Bintan*. Universitas Maritim Ali Haji.